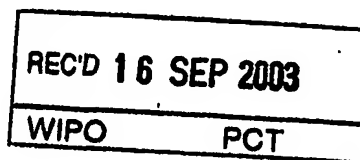


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 03/8303

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 36 968.2

**Anmeldetag:** 13. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
Frankfurt am Main/DE

**Bezeichnung:** Kraftsensorlose Ansteuerung einer elektrome-  
chanisch betätigbaren Bremse

**IPC:** B 60 T 13/74

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Klostermeyer

## Kraftsensorlose Ansteuerung einer elektromechanisch betätigbaren Bremse

### Übersicht

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung der Parkbremse mit Hilfe eines elektromechanischen Bremsaktuators. Dieser elektromechanische Bremsaktuator stellt im Normalfall die eigentliche Betriebsbremse des Fahrzeugs dar, die über elektrische Signale angesteuert wird (by wire). Aus der EP (Anmeldung Akutator 3.2 oder 4.1) ist ein solcher Aktuator bekannt. Dieser Aktuator besitzt ebenfalls einen Verriegelungsmechanismus, mit dem die Bewegung in Löserichtung unterbunden werden kann. Mit Hilfe dieses Verriegelungsmechanismus kann dieser Aktuator neben der Betriebsbremsfunktion auch die Feststellbremsfunktion erfüllen.

Dabei ist die Realisierung der Feststellbremsfunktion mit Hilfe eines Kraftsensors kein Problem, da mit Hilfe dieses Kraftsensors eine gewünschte Kraft eingestellt wird, dann wird der Verriegelungsmechanismus betätigt und die eingestellte Kraft bleibt auch ohne weitere Energieeinwirkung wirksam. Wegen der vergleichsweise hohen Steifigkeit des Aktuators ist es bei dieser Realisierung der Feststellbremse erforderlich, die Bremse nachzuspannen. Dafür prüft man nach einer vorgegebenen Zeit die eingestellte Kraft und regelt gegebenenfalls nach. Soll die Feststellbremse gelöst werden, muss eine grössere Kraft als die Feststellbremskraft aufgebracht werden, damit der Verriegelungsmechanismus gelöst werden kann. Auch hierfür ist es vorteilhaft, die aktuell wirkende Kraft zu kennen.

Ist kein Kraftsensor vorhanden, muss die Kraft auch schon in der normalen Bremsfunktion aus anderen Sensordaten abgeschätzt werden. Für eine solche sensorlose Spannkraftrekonstruktion gibt es schon Ansätze (Anmeldung Schwarz). Ziel dieser Erfindung ist es nun, ein Verfahren zu beschreiben, das ohne einen Kraftsensor die Ansteuerung des Bremsaktuators und des Verriegelungsmechanismus sinnvoll realisiert. Dabei wird zum Teil auf den Verfahren zur Spannkraftrekonstruktion aufgebaut.

### **Feststellbremse einlegen**

Soll die Feststellbremse eingelegt, kann eine gewünschte Feststellbremskraft zunächst mit Hilfe der Spannkraftrekonstruktion eingeregelt werden. Um Fehler in der Spannkraftrekonstruktion zu tolerieren wird das mittlere Motordrehmoment, das für das Spannen auf die gewünschte Kraft erforderlich ist, ermittelt und bezüglich dieses Mittelwertes auf einen unteren Grenzwert überprüft. Liegt der Mittelwert unter einem definierten Grenzwert, wird das Motormoment auf den Grenzwert erhöht (und damit auch die Zuspannkraft), liegt der Mittelwert über dem Grenzwert, bleibt es bei der eingeregelter Kraft. Dabei wird das Drehmoment indirekt aus einer Strommessung bei der Ansteuerung des Elektromotors ermittelt. Dann wird der Verriegelungsmechanismus betätigt und das Motormoment zurückgenommen. Dabei wird noch mit Hilfe einer Positionsüberwachung kontrolliert, dass die Verriegelung auch tatsächlich gegriffen hat. Der Drehmomentmittelwert, mit dem zugespant wurde, wird dann in einem nichtflüchtigen Speicher (EEPROM) gespeichert. Man beachte, dass durch die Grenzwertkontrolle des Drehmoments rechts und links unterschiedliche Spannkraften eingestellt werden können. Die beiden Spannkraften könnten sich dabei auch stark unterscheiden. Da das Fahrzeug steht, spielt das aber keine Rolle, solange eine Mindestkraft auf jedem Rad eingestellt wird. In diesem Zustand könnte das Bremssystem dann abgeschaltet werden.

### **Feststellbremse nach kurzer Zeit lösen**

Soll die Feststellbremse nach kurzer Zeit wieder gelöst werden (kurz heisst, dass es noch nicht zu einem Nachspannen gekommen ist), wird der Aktuator über eine definierte Zeit mit einem deutlich über dem gespeicherten Drehmomentmittelwert liegenden Drehmomentwert beaufschlagt, so dass sich eine weitere Zuspannbewegung ergibt, die den Verriegelungsmechanismus löst (Stossentriegelung). Nach dieser Vorwärtsbewegung wird dann die Bremse kontrolliert und kraftgeregelt (unter Nutzung der aktuellen Spannkraftrekonstruktion) geöffnet.

### **Feststellbremse nachspannen**

Da sich bei heisser Bremsanlage die Feststellbremskraft nach der Verriegelung durch die Abkühlung deutlich verringert, ist es erforderlich, nach einer gewissen Zeit die Feststellbremse nachzuspannen. Ohne Kraftsensor ist nicht erkennbar, um wie viel die Zuspannkraft abgenommen hat. Auch an der Position kann nichts erkannt werden, da sie wegen des Verriegelungsmechanismus konstant geblieben ist. Die Spannkraftrekonstruktion hilft auch nicht weiter, da die sich während der Abkühlphase verändernde Zuspannkraft-/Zuspannweg-Charakteristik nicht identifiziert werden kann. Deshalb wird vorgeschlagen, nach einer bestimmten Zeit, bzw. in bestimmten Zeitintervallen oder in Abhängigkeit einer mit Hilfe eines geeigneten Temperaturmodells geschätzten oder gemessenen Abstelltemperaturdifferenz den Bremsaktuator mit dem gespeicherten Drehmomentmittelwert bzw. einem daraus abgeleiteten Drehmomentwert zu beaufschlagen. Ist die Spannkraft deutlich abgesunken, wird der Drehmomentmittelwert die Bremse wieder in einen ähnlichen Spannkraftbereich zuspinnen, ist die Spannkraft nicht abgesunken (z.B. bei kalter Bremse) passiert nichts. Gegebenenfalls kann das zum Nachspannen verwendete Drehmoment noch mit einem Sicherheitsaufschlag erhöht werden. Dieser Sicherheitsaufschlag kann variiert werden.

so z.B. in Abhängigkeit der gemessenen oder geschätzten Hanglage oder in Abhängigkeit des im Aktuatorwirkungsgrades

### **Feststellbremse nach längerer Abstellphase lösen**

Zum Lösen der Feststellbremse wird der Verriegelungsmechanismus gelöst. Dies geschieht indem der Aktuator über eine definierte Zeit mit einem deutlich über dem gespeicherten Drehmomentmittelwert liegenden Drehmomentwert beaufschlagt wird, so dass sich eine weitere Zuspännbewegung ergibt, die den Verriegelungsmechanismus löst (Stossentriegelung). Nach dieser Vorwärtsbewegung wird dann die Bremse kontrolliert und positionsgeregelt langsam geöffnet, so dass eine online mitlaufende Schätzung der Spannkraft/Wegkennlinie erfolgen kann. Danach ist die Bremse wieder betriebsbereit.

**Patentansprüche**

Verfahren zur Betätigung einer elektromechanischen Parkbremse bei einer mittels eines elektromechanischen Aktuators betätigbaren Bremse, wobei der Aktuator aus einem Elektromotor sowie einer dem Elektromotor nachgeschalteten Anordnung zur Umwandlung einer Drehbewegung in eine translatorische Bewegung besteht,

wobei

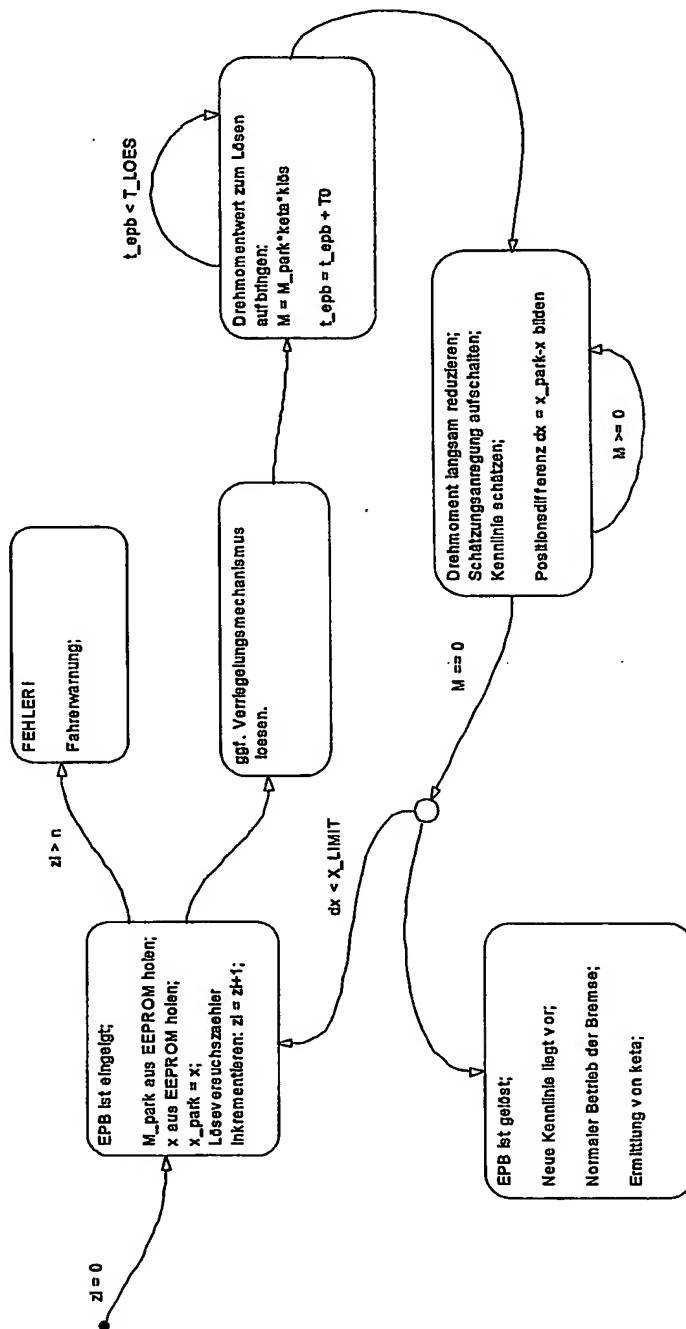
- das vom Aktuator aufgebrachte Drehoment indirekt durch eine Strommessung ermittelt wird
- die Aktuatorposition gemessen wird,
- ein Verriegelungsmechanismus die Drehbewegung des Aktuators in Löserichtung verhindern kann und der erst wieder durch weiteres Zuspinnen gelöst werden kann,

- **dadurch gekennzeichnet**, daß

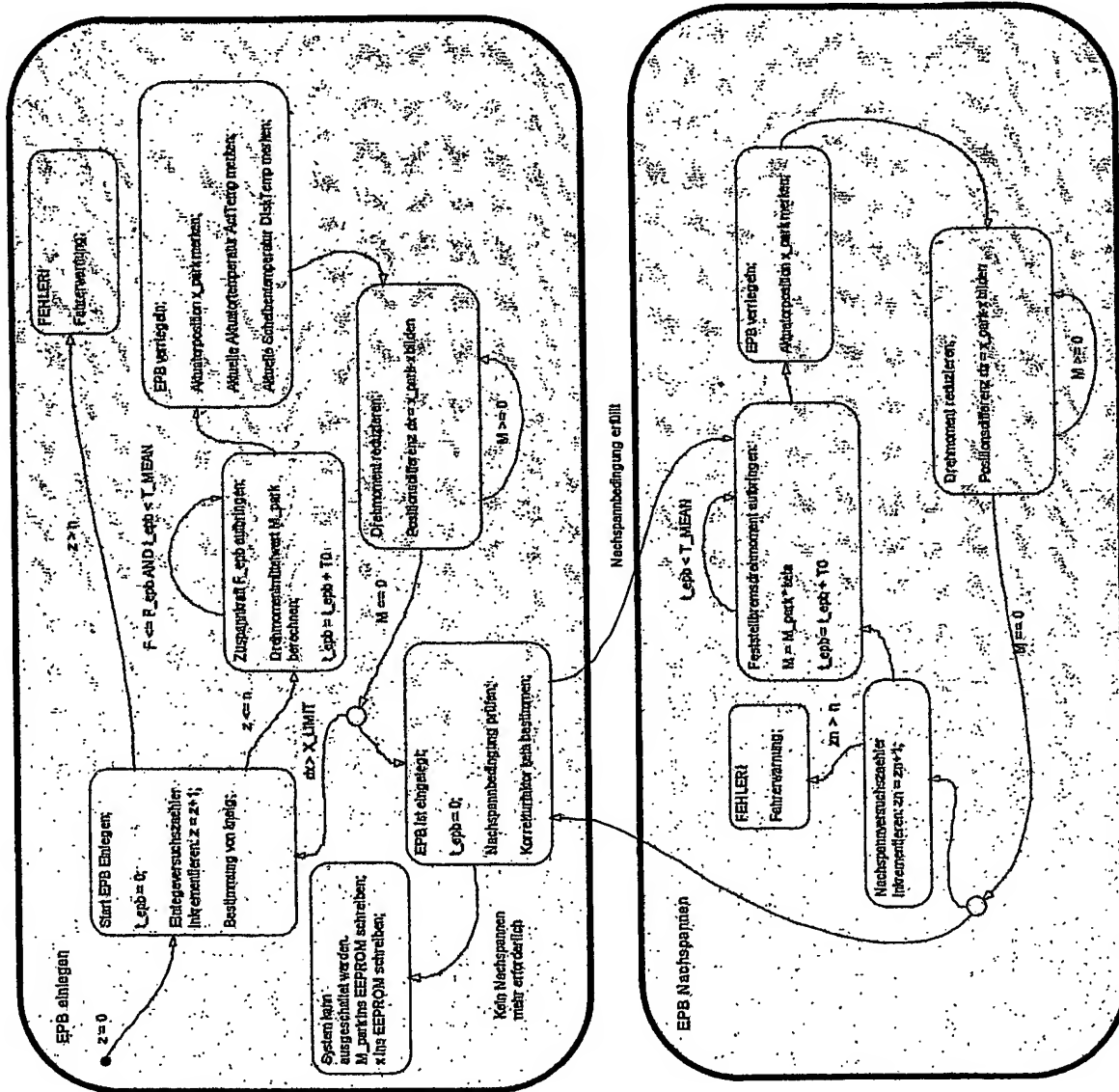
1. ein Mittelwert des zum Zuspinnen der Parkbremse erforderlichen Drehmoments  $M_{\text{park}}$  während des Einlegens der Parkbremse ermittelt wird und der Aktuator mit diesem Drehmoment, multipliziert mit einem Korrekturfaktor  $k_{\text{eta}} \geq 1$  zu allen Nachspannzeitpunkten nochmals beaufschlagt wird.
- 2.... **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nachspannzeitpunkte durch vorab festgelegte Zeitpunkte nach dem ersten Zuspinnzeitpunkts gegeben sind.
- 3.... **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nachspannzeitpunkte mit Hilfe der Überwachung einer Aktuatortemperaturdifferenz ermittelt werden.

- 4.... **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktuatortemperaturdifferenz mit Hilfe eines Aktuatortemperaturmodells geschätzt wird.
- 5.... **dadurch gekennzeichnet**, daß der Korrekturfaktor  $k_{eta}$  im normalen Betrieb durch die Abschätzung des Aktuatorwirkungsgrads ermittelt wird.
- 6.... **dadurch gekennzeichnet**, daß der Korrekturfaktor  $k_{eta}$  durch die gemessene oder geschätzte Hanglage des Fahrzeugs beeinflusst wird.
- 7.... **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Lösen der Parkbremse das weitere erforderliche Zuspinnen durch die Beaufschlagung des Aktuators mit einer Drehmomentvorgabe  $M_{lös} = k_{lös} * k_{eta} * M_{park}$  über eine vordefinierte Zeit erfolgt.
- 8.... **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Lösens der Parkbremse nach einer erfolgten Nachspannung eine neue Weg-Kraftkennlinie des Aktuators geschätzt wird.

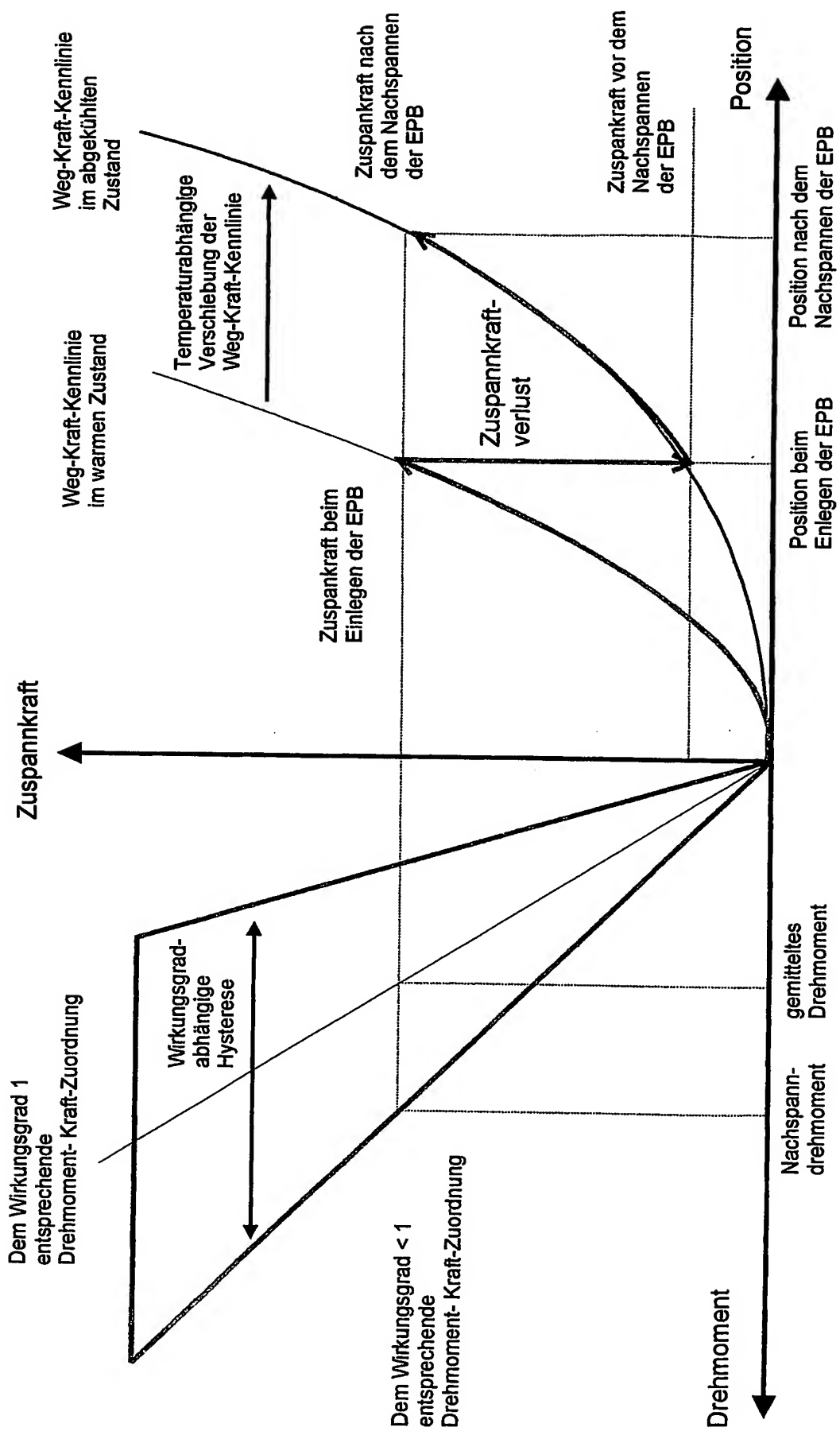
# Lösen der EPB



# Einlegen und Nachspannen der EPB







Zusammenhang zwischen Zuspannkraft, Drehmoment und Aktuatorposition

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**